

# DELPHION

015

Stop Tracking

[Log Out](#) [Work Files](#) [Saved Searches](#)

RESEARCH

PRODUCTS

INSIDE DELPHION

My Account

Search: Quick/Number Boolean Advanced Derwent

Help

## The Delphion Integrated View

Get Now:  PDF | File History | Other choicesTools: Add to Work File:  Create new Work File  AddView: [Expand Details](#) | [INPADOC](#) | Jump to: [Top](#)Go to: [Derwent](#)[Email this to a friend](#)

>Title: **DE4434597A1: Verfahren und Vorrichtung zur Messung kleiner Kraftstoffeinspritzmengen**

Derwent Title: Small quantities of fuel metering method for injection into metering chamber by fuel injection - by measuring displacement of piston acted upon by constant nitrogen pressure using displacement sensor, and piston is returned to initial position after each measurement by chamber being relieved  
[\[Derwent Record\]](#)

Country: DE Germany

Kind: A1 Document Laid open (First Publication)



[High Resolution](#)

10 pages

Inventor: Genthialon, Alain, Sainte-Foy-les-Lyon, FR;  
 Paganon, Henri, Venissieux, FR;  
 Poulin, Philippe, Marennes, FR;  
 Ramond, Bernard, St. Just Chaleyssin, FR;  
 Thivoyon, Maurice, Meyzieu, FR;

Assignee: Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE  
[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)

Published / Filed: 1996-04-04 / 1994-09-28

Application Number: DE1994004434597

IPC-7: [G01F 3/14](#); [F02M 65/00](#);

ECLA Code: F02M65/00; G01F3/16;

Priority Number: 1994-09-28 DE1994004434597

INPADOC Legal Status: [Show legal status actions](#) Get Now: [Family Legal Status Report](#)  
[Show 9 known family members](#)

First Claim: [Show all claims](#)

1. Verfahren zum Messen kleiner Kraftstoffeinspritzmengen, die von einem Kraftstoffeinspritzventil bei einem Einspritzvorgang in eine Meßkammer (3) eingespritzt werden, deren Volumenzunahme über einen Meßkolben (5), der von einer Ausgangsstellung entsprechend eines Bezugsvolumens (BV) der Meßkammer entgegen einer konstanten Rückstellkraft in eine Endstellung entsprechend einem Meßvolumen (MV) nach Ende des Einspritzvorgangs gebracht wird, wobei aus der Differenz zwischen dem Bezugsvolumen und dem Meßvolumen die Einspritzmenge über den Meßkolbenverschiebeweg ermittelt wird und mit Wiederentleerung der Meßkammer (3) auf das Bezugsvolumen (BV) nach dem Meßvorgang über ein von der Bewegung des Meßkolbens elektrisch gesteuertes Ventil (12) in einer von der Meßkammer (3) abführenden Entlastungsleitung (11), dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Vorgang des Wiederentleerens der Meßkammer (3) eine im wesentlichen konstante Rücklaufgeschwindigkeit des Meßkolbens (5) eingehalten wird und ein Schaltsignal zum Wiederschließen der Entlastungsleitung (11) durch das Magnetventil an dieses unter Berücksichtigung des in der Schließbewegungscharakteristik des elektrisch gesteuerten Ventils begründeten Schaltverzögerung unter Einbeziehung des



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 44 34 597 A 1

(51) Int. Cl. 6:  
G 01 F 3/14  
F 02 M 65/00

DE 44 34 597 A 1

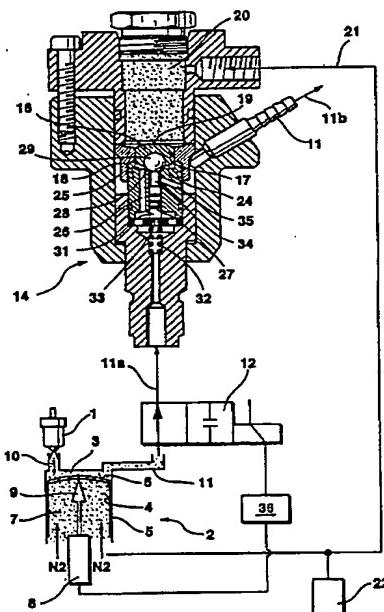
(21) Aktenzeichen: P 44 34 597.6  
(22) Anmeldetag: 28. 9. 94  
(23) Offenlegungstag: 4. 4. 96

(71) Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:  
Genthialon, Alain, Sainte-Foy-lés-Lyon, FR;  
Paganon, Henri, Venissieux, FR; Poulin, Philippe,  
Marennes, FR; Ramond, Bernard, St. Just  
Chaleyssin, FR; Thivoyon, Maurice, Meyzieu, FR

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Messung kleiner Kraftstoffeinspritzmengen

(55) Es wird ein Verfahren zum Messen kleiner Kraftstoffeinspritzmengen und eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens vorgeschlagen, bei dem die zu messenden Kraftstoffeinspritzmengen in eine Meßkammer (3) eingespritzt werden, die durch einen Meßkolben (5), der von einem konstanten Stickstoffdruck beaufschlagt ist, begrenzt wird. Aus der Differenz der Ausgangsstellung des Meßkolbens und der erreichten Endstellung des Meßkolbens, dessen Weg durch ein Weggeber gemessen wird, wird die Kraftstoffeinspritzmenge errechnet. Zur Einhaltung gleicher Meßbedingungen wird der Meßkolben am Ende des Meßvorgangs in seine Ausgangsstellung zurückgeführt, indem über ein elektrisch gesteuertes Ventil (12) die Meßkammer (3) entlastet wird, bis der Meßkolben seine Ausgangsstellung wieder erreicht hat. Dabei wird mit Hilfe eines Druckbegrenzungsventils (14) eine konstante Rücklaufbewegung des Meßkolbens und damit eine hochgenaue Wiedereinstellung der Ausgangsstellung des Meßkolbens erreicht.



DE 44 34 597 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 86 602 014/59

9/28

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren und einer Vorrichtung zum Messen kleiner Kraftstoffeinspritzmengen gemäß der Gattung der Patentansprüche 1 und 4.

Bei einem solchen, durch die DE-A-39 16 419 bekannten Verfahren und zugehöriger Vorrichtung bleibt die Schaltverzögerung des gesteuerten Magnetventils in der Entlastungsleitung bei der Wiedereinstellung des Bezugsvolumens der Meßkammer unberücksichtigt. Damit unterliegt das Meßergebnis einer Ungenauigkeit.

## Vorteile der Erfindung

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens wird die Meßgenauigkeit beim Messen von sehr kleinen Kraftstoffeinspritzmengen wesentlich erhöht. Dadurch, daß die Rücklaufgeschwindigkeit des Meßkolbens konstant gehalten werden kann und die Schaltverzögerung des Magnetventils ermittelt werden kann, wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren in hoher Genauigkeit ein Bezugsvolumen eingehalten, wozu es eines geringen Aufwandes bedarf und keine separaten Regelungseinrichtungen zur Einstellung dieses Volumens notwendig sind. Dadurch ergibt sich bei jeder Messung eine reproduzierbare Ausgangsstellung des Meßkolbens und eine genaue Erfassung der jeweiligen Kraftstoffeinspritzmenge. Insbesondere werden Meßergebnisschwankungen aufgrund von dynamischen Einflüssen auf das Meßergebnis durch unterschiedliche Rücklaufgeschwindigkeiten des Meßkolbens vermieden.

In vorteilhafter Weise wird gemäß Patentanspruch 2 ein Meßfehler bei kleinsten Kraftstoffeinspritzmengen dadurch reduziert, daß in diesem Fall, falls ein bestimmter Weg des Meßkolbens während des Einspritzvorgangs nicht überschritten wird, ein Rücklauf des Meßkolben nicht eingeleitet wird, sondern kumulierend einzelne Einspritzvorgänge nacheinander durchgeführt werden, wobei aber den Weg des Meßkolbens diese Einspritzmengen volumetrisch als Differenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Einspritzungen erfaßt werden gemäß Patentanspruch 3.

In besonders vorteilhafter Weise wird gemäß Patentanspruch 4 eine konstante Rücklaufgeschwindigkeit des Meßkolbens dadurch erreicht, daß in der die Meßkammer entlastenden Entlastungsleitung außer dem gesteuerten Magnetventil auch noch ein Druckbegrenzungsventil vorgesehen ist, wobei dieses gemäß Patentanspruch 6 mit einem Ventilglied versehen ist, das denselben Druck als Rückstellkraft ausgesetzt ist wie der Meßkolben. Damit läßt sich mit Hilfe der gemäß dieser Ausgestaltung vorgesehenen Feder ein konstanter Differenzdruck am Durchflußquerschnitt der Entlastungsleitung einstellen, so daß auf diese Weise die Ausflußmenge pro Zeiteinheit aus der Meßkammer und damit die Rücklaufgeschwindigkeit des Meßkolbens konstant gehalten werden kann.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den übrigen Unteransprüchen angegeben und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

## Zeichnung

Drei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, Fig. 2 eine grafische Darstellung des Meßkolbenwegverlaufes über die Zeit mit zugeordneter Kurve der Ansteuerung des Magnetventils und der Kurve der Ventilgliedbewegung, Fig. 3 den Weg des Meßkolbens über der Zeit bei einer Folge von sehr kleinen Kraftstoffeinspritzmengen, Fig. 4 eine abgewandelte Ausführungsform des Druckventils gemäß Fig. 1 und Fig. 5 eine zweite Ausführungsform der Meßvorrichtung nach Fig. 1.

## Beschreibung

Zur Messung kleinsten Kraftstoffeinspritzmengen, die durch ein Kraftstoffeinspritzventil 1 eingespritzt werden, ist ein solches Kraftstoffeinspritzventil 1 in eine Meßvorrichtung 2 eingesetzt, was in der Fig. 1 grob schematisch wiedergegeben ist. Ein solches Kraftstoffeinspritzventil, das bevorzugt ein Hochdruckeinspritzventil ist, das bei selbstzündenden Brennkraftmaschinen Anwendung findet, steuert kleinste Kraftstoffeinspritzmengen in eine Meßkammer 3 ein, die in der Meßvorrichtung 2 gebildet ist. Die Meßkammer ist in der gezeigten Ausführung ein geschlossener Zylinder 4, in dem ein Meßkolben 5 verschiebar angeordnet ist, der mit seiner Stirnseite 6 in dem Zylinder 4 die Meßkammer 3 begrenzt. Die Rückseite des Meßkolbens begrenzt einen gasgefüllten Raum 7, der aus einem Stickstoffvorratsbehälter 22 mit unter konstantem Druck stehendem Stickstoff versorgt wird. Der Druck des Stickstoffgases ist dabei so abgestimmt, daß der Meßkolben 5 bei Kraftstoffeinspritzung in die Meßkammer 3 entgegen der rückstellenden Kraft des Stickstoffgases ausweichen kann. Die Bewegung des Meßkolbens wird mit einem Weggeber 8 erfaßt, der mit einem Kontaktstift 9 an der Rückseite der Meßkolbenstirnseite 6 angreift. Das Kraftstoffeinspritzventil ist an einem in die Meßkammer 3 führenden Stutzen 10 eingesetzt, und es führt von der Meßkammer 3 eine Entlastungsleitung 11 ab, in der ein elektrisch gesteuertes Ventil, beispielsweise ein Magnetventil 12 angeordnet ist, das als 2/2-Wegeventil den Durchgang der Entlastungsleitung 12 öffnet oder schließt. In der Weiterführung der Entlastungsleitung 11 stromabwärts des Magnetventils 12 ist ein Druckbegrenzungsventil 14 vorgesehen, über das die Entlastungsleitung 11 drucklos zu einem Kraftstoffablauf führt. Das Druckbegrenzungsventil weist eine bewegliche Wand in Form eines Kolbens 16 auf, der in einer Bohrung 17 im Gehäuse 18 des Druckbegrenzungsventils dicht geführt ist. Dieser Kolben grenzt mit seiner einen, ersten Stirnseite 19 an eine Druckkammer 20 im Gehäuse 18 des Druckbegrenzungsventils an, welche Druckkammer über eine Zuleitung 21 mit demselben Stickstoffvorratsbehälter 22 verbunden ist, der auch den auf die Rückseite des Meßkolbens geleiteten Druck liefert.

Die andere, zweite Stirnseite 24 des Kolbens 16 begrenzt eine Zulaufkammer 25, in die parallel zur Achse der Bohrung 17 eine Zuleitung 26 mündet, die ständig mit der in das Druckbegrenzungsventil 14 eintretenden Entlastungsleitung verbunden ist. Koaxial zur Achse der Bohrung 17 führt der zweiten Stirnseite 24 gegenüber-

liegend ein Ablauftkanal 27 ab, dessen Eintritt in die Zulaufkammer 25 als Ventilsitz 28 ausgebildet ist. Mit diesem wirkt eine als Ventilglied dienende Kugel 29 zusammen, die fest in der Stirnseite 24 des Kolbens 16 verankert ist. Im Bereich des Ablauftkanals wird auf dieses Ventilglied 29 ein Stöbel 31 gedrückt, der in dem Ablauftkanal an seinem rückseitigen Ende dicht geführt ist und auf seiner Rückseite von einer sich im Gehäuse des Druckbegrenzungsventils abstützenden Feder 32 beaufschlagt ist. Die Rückseite 33 des Stöbels 31 ist dabei weiterhin mit der in das Druckbegrenzungsventil eintretenden Entlastungsleitung 11 verbunden. Auf seiner dem Ventilglied gegenüberliegenden Seite trägt der Stöbel einen Betätigungszapfen 34, der zwischen sich und dem Abflußkanal einen Ringraum freiläßt, der mit einer seitlich von dem Abflußkanal abführenden Bohrung 35 ständig verbunden ist. Diese Bohrung 35 führt zu dem weiterführenden Teil der Entlastungsleitung 11, die den vom Druckbegrenzungsventil abgeführten Kraftstoff drucklos einem Vorratsbehälter zuführt.

Mit der beschriebenen Meßvorrichtung kann mit Hilfe des Magnetventils, das die Entlastungsleitung 11 schließt, ein Kraftstoffvolumen in der Meßkammer 3 eingeschlossen werden. In einer solchen Stellung befindet sich das Magnetventil bei Meßbeginn von kleinen Kraftstoffeinspritzmengen. Dabei nimmt der Meßkolben 5 eine Ausgangsstellung ein, bei der er ein Bezugsvolumen an Kraftstoff in der Meßkammer 3 einschließt. Diese Ausgangsstellung wird über den Weggeber 8 an ein Steuergerät 36 zurückgemeldet, das auch der Steuerung des Magnetventils 12 dient. Der Kraftstoff in der Meßkammer 3 steht dabei unter einem durch den Stickstoffdruck im gasgefüllten Raum 7 bestimmten Wert. In dem ausgeführten Beispiel wird durch eine Kraftstoffeinspritzpumpe Kraftstoff über das Kraftstoffeinspritzventil 1 in die Meßkammer 3 eingespritzt. Dabei ergibt sich eine Volumenvergrößerung, was in der Folge zu einer Verschiebung des Meßkolbens 5 führt, die wiederum durch den Weggeber 8 erfaßt wird. Aus der Differenz dieses gemessenen Meßvolumens bei Endstellung des Meßkolbens nach dem Einspritzvorgang abzüglich dem Bezugsvolumen wird durch die Steuereinrichtung 36 und einem angeschlossenen Rechner das Einspritzvolumen errechnet.

Um für einen nächsten Meßvorgang identische Verhältnisse einzustellen, wird der Meßkolben nach Abschluß des ersten Meßvorgangs wieder in seine Ausgangsstellung zurückgebracht, bei der er wiederum das Bezugsvolumen begrenzt. Dieses Zurückbringen erfolgt durch Öffnen der Entlastungsleitung 11 mittels des Magnetventils 12. Der dabei abströmende Kraftstoff fließt über die Entlastungsleitung zunächst zum Druckbegrenzungsventil 14. Bei diesem befindet sich das Ventilglied 29 unter Einwirkung des Drucks in der Druckkammer 20, der eine größere resultierende Kraft auf den Kolben 16 ausübt als die Kraft, die durch die Feder 32 auf den Kolben übertragen wird, in Schließstellung. Durch Einbringung des Kraftstoffes in die Zulaufkammer wird nun der Kolben 16 zusätzlich auf seiner zweiten Stirnseite 24 von der Zulaufkammer 25 her mit Druck beaufschlagt, und es wirkt über die Rückseite 23 des Stöbels 31 dieser Druck ebenfalls auf den Kolben 16. Da weiterhin der Druck des in die Zulaufkammer 25 fließenden Kraftstoffes von dem Druck in dem gasgefüllten Raum 7 bestimmt wird und andererseits dieser selbe Druck, der im gasgefüllten Raum 7 herrscht, auch auf der ersten Stirnseite 19 des Kolbens 16 wirkt, ist der Kolben in bezug auf die fluidisch an ihm angreifenden

Kräfte kraftausgeglichen. Zusätzlich wirkt auf den Kolben nun aber die Kraft der Feder 33, die jetzt mit Hilfe des Druckes in der Zulaufkammer 25 in der Lage ist, das Ventilglied 29 von seinem Sitz 28 abzuheben und Kraftstoff zur Bohrung 35 bzw. zur weiterführenden Entlastungsleitung 11 fließen läßt. Sinkt der Druck infolge eines zu großen Kraftstoffquerschnitts am Ventilsitz 25 in der Zulaufkammer 25 stärker ab, so überwiegen die Schließkräfte am Kolben 16 seitens der Druckkammer 20, und es wird der Abströmquerschnitt reduziert. Mit einem solchen Ventil wird auf diese Weise erreicht, daß am Abflußquerschnitt zwischen Ventilglied 29 und Ventilsitz 28 des Druckbegrenzungsventils ein konstantes Druckgefälle eingestellt wird. Aufgrund der somit konstant abströmenden Kraftstoffmenge in der Zeiteinheit wird erreicht, daß der Meßkolben mit einer konstanten Geschwindigkeit zu seiner Ausgangsstellung zurückläuft.

Das Ende des Rücklaufes des Meßkolbens 5 wird durch Schließen des Magnetventils 12 eingeleitet. Dies erfolgt dadurch, daß ab einer bestimmten vom Weggeber 8 übermittelten Stellung des Meßkolbens ein Steuersignal an die Steuereinrichtung 36 gegeben wird, über die wiederum das Magnetventil betätigt wird. Die Art der Betätigung ist den nachfolgend diskutierten Diagrammen von Fig. 2 zu entnehmen. In dieser Figur ist beim Kurvenzug A die Bewegung des Meßkolbens wiedergegeben. Ausgehend von einem erreichten Niveau, dem Meßvolumen MV, entsprechend einer Endstellung des Meßkolbens nach einem erfolgten Einspritzvorgang wird zu einem Zeitpunkt t1 die Entlastungsleitung 11 geöffnet, und es läuft der Kolben in der Folge entsprechend der gezeigten Rampe mit im wesentlichen konstanter Geschwindigkeit zu seiner Ausgangsstellung, dem Bezugsvolumen BV, zurück, die er im Zeitpunkt t2 erreicht. In dieser Stellung verharrrt er so lange, bis bei einem neuen Meßvorgang zum Zeitpunkt t3 wiederum Kraftstoff in die Meßkammer 3 eingespritzt wird. Der Meßkolben wird in der Folge ausgelenkt, gegebenenfalls mit einem kleinen Überschwingvorgang, und erreicht dann wieder eine Endstellung, die er beibehält, bis er vor Einleitung eines erneuten Meßtaktes vor Öffnen der Entlastungsleitung in der gleichen Weise wieder zu seiner Ausgangsstellung zurückgeführt wird.

Mit der Kurve B werden die Öffnungs- und Schließvorgänge des Magnetventils 12 dargestellt, die durch den mit dem Kurvenzug C gezeigten Spannungsverlauf am Magnetventil gesteuert werden. Man erkennt, daß mit Abfall der elektrischen Spannung am Magnetventil zum Zeitpunkt t0 das Magnetventil zunächst noch in seiner Schließstellung verharrrt und erst zum Zeitpunkt t1 sich zu öffnen beginnt. Dieser Zeitverzug zwischen Signaleinleitung und tatsächlicher Bewegung des Schließgliedes des Elektromagnetventils ist bekannt und ist, da die Bewegung unter Einwirkung einer Feder erfolgt, konstant. Erst mit tatsächlichem Öffnungsbeginn kann Kraftstoff zum Druckbegrenzungsventil strömen. Eine Wiederanstiegsflanke zum Zeitpunkt t1' der Spannungs- bzw. Stromversorgung des Magnetventils leitet ebenso nach einer Verzögerungszeit die Schließbewegung des Magnetventils ein. Erst bei Erreichen der Zeit t2 ist dieses dann um eine Zeit t<sub>E</sub> nach der Zeit t1' geschlossen. Zu diesem Zeitpunkt wird dann auch der Abfluß von Kraftstoff über die Entlastungsleitung ganz unterbunden und der Meßkolben zum Stillstand gebracht. Damit der Meßkolben auf das gewünschte Niveau BV zurückläuft entsprechend dem Bezugsvolumen muß deshalb der Auslösepunkt des Magnetventils zur

Einleitung seines Schließvorgangs um die Zeit  $t_E$  früher liegen. Dieser Zeit entspricht aber ein ganz bestimmter Punkt im Laufe des Meßkolbens 4, da der Meßkolben mit einer konstanten Geschwindigkeit zurückläuft. Es kann nun in einfacher Weise ein Punkt in der Rücklaufbewegung des Meßkolbens als Schaltschwelle erfaßt werden, bei der die Schaltverzögerung zwischen elektrischer Einleitung der Schließbewegung des Magnetventils und dem tatsächlich erfolgten Schließen berücksichtigt wird. Damit erhält man in einfacher Weise ein sehr genaues Ergebnis und eine sehr genaue Einhaltung der Ausgangsstellung des Meßkolbens.

Bei einer vorbeschriebenen Meßeinrichtung können sehr unterschiedliche, kleine Kraftstoffeinspritzmengen erfaßt werden. Bei sehr kleinen Einspritzmengen z. B. im Bereich einer Kraftstoffvoreinspritzung für selbstzündende Brennkraftmaschinen, ergibt sich dabei der Nachteil, daß die Baugröße des Meßkolbens nur äußerst kleine Bewegungsschritte als Ausweichbewegung zuläßt. Sollten hier Rückführungen zur Ausgangsstellung erfolgen, so können trotz konstant gehaltener Rücklaufbewegung und entsprechend klein zu haltender Rücklaufgeschwindigkeit des Meßkolbens gewisse Fehler auftreten. In einem solchen Falle wird die neue Einrichtung so eingerichtet, daß ein Wiederrücklauf des Meßkolbens zu seiner Ausgangsstellung erst ab einer bestimmten Auslenkung des Meßkolbens zugelassen wird. Einspritzvorgänge dieser Art mit sehr kleiner Kraftstoffeinspritzmenge erfolgen dann zunächst kumulierend, bis die erforderliche Auslenkung des Meßkolbens erreicht ist. Die Messung dieser einzelnen Einspritzmengen kann dabei als Differenz der Meßkolbenlage zwischen den einzelnen Einspritzvorgängen erfaßt werden. Dabei stellt die Stellung des Meßkolbens am Ende der vorausgegangenen Einspritzung dann jeweils die Bezuggröße in Form eines Bezugsvolumens dar. Ein solcher Vorgang ist in Fig. 3 aufgezeigt.

Bei dem vorstehenden Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist die bewegliche Wand des Druckbegrenzungsventils 14 als Kolben 16 ausgebildet. Abweichend davon ist in einer anderen Ausgestaltung gemäß Fig. 4 diese bewegliche Wand als Membran 116 ausgebildet, die zwischen einem Gehäuseteil 118a und einem Gehäuseteil 118b des Gehäuses 118 des Druckbegrenzungsventils dicht eingespannt ist. Wie beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 schließt dabei die bewegliche Wand, jetzt als Membran ausgeführt, mit ihrer einen Seite 119 die bereits vom ersten Ausführungsbeispiel bekannte Druckkammer 20 ein, die wie dort über eine Zuleitung 21 mit dem Stickstoffvorratsbehälter 22 verbunden ist. Die zweite Seite der Membran schließt der Druckkammer gegenüberliegend die Zulaufkammer 125 ab, in die parallel zur Symmetrieachse eines zylindrisch in das Gehäuseteil 118b eingesetzten Ventilkörperteils 40, dessen Stirnseite die Zulaufkammer 125 anderen Endes begrenzt, verlaufende Zuleitung 126 mündet, die anderen Endes mit dem Entlastungsleitungsteil 111a verbunden ist. In diesem Ventilkörperteil ist ferner in dessen Längsachse als Durchgangsbohrung ein Ablaufkanal 127 vorgesehen, dessen Eintritt in die Zulaufkammer 125 als Ventilsitz 128 ausgebildet ist. Mit diesem wirkt als Ventilglied dienend ein Ventilkopf 41 mit einer kegelförmig verlaufenden Dichtfläche zusammen, der über ein Verbindungsteil 42 fest mit der Membran 116 gekoppelt ist. Der Ventilkopf geht in einen Führungsschaft 43 über, der mit einem Führungskolben 44 ständig in der zylindrischen Bohrung des Ablaufkanals 127 eingetaucht ist und zwischen sich und der Dichtfläche des Ventilkopfes

zusammen mit dem Ablaufkanal 27 einen Ringraum 45 bildet. Dieser ist ständig mit einem von dem Ablaufkanal im Bereich des Ringraumes abzweigenden Entlastungsleitungsteil 111b verbunden. Die dem Ventilkopf 41 abgewandte Rückseite 133 des Führungskolbens 44 ist über die aus dem Ventilkörperteil 40 aus tretende Öffnung des Ablaufkanals 127 mit dem vom Magnetventil 12 herführenden Entlastungsleitungsteil 111a verbunden, der wiederum über die Zuleitung 126 mit der Zulaufkammer 25 verbunden ist.

Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, daß auf eine besondere Beweglichkeit des Kolbens 16 von Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 und der zugleich einzuhaltenen Dichtheit gegenüber dem Gaspolster nicht mehr geachtet werden muß, da mit Hilfe der Membran die einwandfreie Trennung von Druckkammer 20 und Zulaufkammer 125 gewährleistet ist, bei hoher hystereseärmer Beweglichkeit derselben. Die Führung des Ventilglieds mit Ventilkopf 41 und Führungsschaft 43 übernimmt der Ablaufkanal 127 als Führungsbohrung. In diesem Zusammenhang kann wegen der reibungsarmen Führung auch auf eine Hilfsfeder wie die Feder 32 vom Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 verzichtet werden. Die Arbeitsweise dieses Druckbegrenzungsventils ist im übrigen gleich wie das vom ersten Ausführungsbeispiel nach Fig. 1.

Um ein besonders exaktes Meßergebnis zu bekommen, muß der Meßkolben 5 vom Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 besonders leicht ausgebildet sein und wird vorzugsweise als ein sehr dünnwandiger topfförmiger Kolben ausgebildet. Andererseits wird auch das Meßergebnis von Reibungseinflüssen in der Führung des Kolbens beeinflußt. Dazu muß diese Führung geschmiert werden, was vorzugsweise über leckenden Kraftstoff von der Meßkammer her erfolgt. Besonders Dieselsenkraftstoff hat in diesem Zusammenhang Schmierungseigenschaften. Damit dieser leckende Kraftstoff jedoch nicht in den gasführenden Teil, den Raum 7, gelangt, ist es erforderlich, in der Wand des Zylinders, der den Kolben führt, eine Lecknut einzubringen. Dies ist in Fig. 5 gezeigt. Dort begrenzt der Meßkolben 105, der wie vorstehend dargestellt dünnwandig ausgeführt ist, wiederum in dem Zylinder 104 mit seiner Stirnseite die Meßkammer 103, in die von einem Kraftstoffeinspritzventil 101 Kraftstoff eingegeben wird, der über die Entlastungsleitung 111 gesteuert durch das elektrisch gesteuerte Ventil 112 wie im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 wieder abgeführt werden kann. Die erwähnte Lecknut sitzt als Ringnut 47 in dem Bereich des Zylinders 104, der ständig durch den dünnwandigen Mantel 48 des Meßkolbens 105 überdeckt wird und somit einen geschlossenen Ringraum bildet. Dieser Ringraum 47 ist über den Entlastungsleitungsteil 211a, der vom elektrisch gesteuerten Ventil 112 her kommt, verbunden. Diese Entlastungsleitung führt anderen Endes aus dem Ringraum 47 heraus und mündet im Druckbegrenzungsventil 14 bzw. 114, das in der Fig. 5 lediglich symbolisch gezeigt ist. Der Ringraum 47 wird somit vom durch das elektrisch gesteuerten Ventil 112 abgesteuerten Kraftstoff durchflossen und der dünnwandige Mantel 48 im Bereich dieser Nut durch Kraftstoffdruck beaufschlagt, der dem im Inneren 7 herrschenden Stickstoffdruck entspricht. Auf diese Weise wird es vermieden, daß der dünnwandige Mantel des Kolbens im Bereich des Ringraumes 47 deformiert wird. Eine solche Deformation würde zum Versagen oder zumindest zu einer schlechten Gängigkeit des Meßkolbens führen. Auch würde die Schmierung des Kolbens beeinträchtigt. Mit der gegebenen Lösung

kann nun aber Leckkraftstoff über den Ringraum 47 entweichen, so daß es zu einer einwandfreien Trennung von Gasteil einerseits und Kraftstoffteil andererseits führt. Auch wird vermieden, daß es zu einer Stickstoffströmung zu dem Ringraum 47 führt, die dann eintreten würde, wenn der Ringraum 47 drucklos wäre. Die Kolbenmantelbereiche des unteren indes zumindest würden dann durch diese Stickstoffströmung trocken gelegt und somit die Verschiebeeigenschaft des Kolbens erheblich vermindert werden. Durch diese erfundungsge- 10 mäße Lösung werden diese Nachteile jedoch behoben.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Messen kleiner Kraftstoffeinspritzmengen, die von einem Kraftstoffeinspritzventil bei einem Einspritzvorgang in eine Meßkammer (3) eingespritzt werden, deren Volumenzunahme über einen Meßkolben (5), der von einer Ausgangsstellung entsprechend eines Bezugsvolumens (BV) der Meßkammer entgegen einer konstanten Rückstellkraft in eine Endstellung entsprechend einem Meßvolumen (MV) nach Ende des Einspritzvorgangs gebracht wird, wobei aus der Differenz zwischen dem Bezugsvolumen und dem Meßvolumen die Einspritzmenge über den Meßkolbenverschiebeweg ermittelt wird und mit Wiederentleerung der Meßkammer (3) auf das Bezugsvolumen (BV) nach dem Meßvorgang über ein von der Bewegung des Meßkolbens elektrisch gesteuertes Ventil (12) in einer von der Meßkammer (3) abführenden Entlastungsleitung (11), dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Vorgang des Wiederentleerens der Meßkammer (3) eine im wesentlichen konstante Rücklaufgeschwindigkeit des Meßkolbens (5) eingehalten wird und ein Schaltignal zum Wiederschließen der Entlastungsleitung (11) durch das Magnetventil an dieses unter Berücksichtigung des in der Schließbewegungscharakteristik des elektrisch gesteuerten Ventils begründeten Schaltverzögerung unter Einbeziehung des in diesem Zeitraum zurückgelegten Weges des Meßkolbens an einer der Ausgangsstellung des Meßkolbens vorgelagenen Schaltschwelle abgegeben wird. 40
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wiederentleerung der Meßkammer (3) nur nach solchen Einspritzvorgängen oder einer Folge von Einspritzvorgängen erfolgt, bei denen in der Summe ein bestimmter Verstellweg des Meßkolbens aus seiner Ausgangsstellung erreicht 50 wurde. 45
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Folge von Einspritzvorgängen, die in der Summe nicht zu dem bestimmten Verstellweg des Meßkolbens geführt haben, die jeweils nach dem vorhergehenden Einspritzvorgang erreichte Stellung des Meßkolbens als Bezugsvolumen zur Ermittlung des Einspritzvolumens verwendet wird. 55
4. Meßvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 3 mit einer Meßkammer (3), die von einer Stirnseite (6) eines Meßkolbens (5) begrenzt ist, der durch in die Meßkammer (3) eingespritzten Kraftstoff entgegen einer konstanten Rückstellkraft in einem Zylinder (4) verschiebar ist und dessen Verschiebeweg durch einen Weggeber (8) erfaßt wird und mit einem elektrisch gesteuerten Ventil (12) in einer von der Meß- 60 65

kammer (3) abführenden Entlastungsleitung (11), durch das die Entlastungsleitung (11) nach Beendigung der Kraftstoffeinspritzung in die Meßkammer (3) geöffnet wird und bei Erreichen einer bestimmten Stellung beim Rücklauf des Meßkolbens bei einem von diesem ausgelösten Steuersignal wieder geschlossen wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Entlastungsleitung zusätzlich zum elektrisch gesteuerten Ventil ein Druckbegrenzungsventil (14) angeordnet ist.

5. Meßvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckbegrenzungsventil stromabwärts des Magnetventils (12) liegt.

6. Meßvorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßkolben (5) von einem konstanten Fluiddruck beaufschlagt ist und das Druckbegrenzungsventil (14) eine verstellbare Wand (16) aufweist, die auf der einen, ersten Seite (19) von dem konstanten Fluiddruck beaufschlagt ist und auf der anderen, zweiten Seite (24) vom Druck in der Entlastungsleitung (11) stromabwärts des elektrisch gesteuerten Ventils (12) sowie von der Kraft einer Feder (32) beaufschlagt wird, durch welche Feder unter Mitwirkung des Druckes auf die zweite Stirnseite (24) ein mit der beweglichen Wand (16) verstellbares Ventilglied (29) aus seiner Schließstellung bewegbar ist.

7. Meßvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die bewegliche Wand ein zylindrischer, im Gehäuse (18) des Druckbegrenzungsventils (14) geführter Kolben (16) ist, der mit seiner zweiten Seite (24) eine mit dem stromaufwärts des Drucksteuerventils liegenden Entlastungsleitung verbundene Zulaufkammer (25) begrenzt und das Ventilglied (29) mit der zweiten Seite (24) des Kolbens (16) verbunden ist und in die Zulaufkammer ragend mit einem an einem dort einmündenden Ablauftkanal (27) vorgesehenen Ventilsitz (28) zusammenwirkt.

8. Meßvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die den Kolben (16) belastende Feder (32) über ein in einer Verlängerung des Ablauftkanals (27) geführten Stößel (31) auf den Kolben (16) wirkt.

9. Meßanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückseite des Stößels ebenfalls dem Druck in der Entlastungsleitung (11) stromaufwärts des Druckbegrenzungsventils (14) ausgesetzt ist.

10. Meßeinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß als Ventilglied eine in den Kolben (16) eingepreßte Kugel vorgesehen ist.

11. Meßeinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die bewegliche Wand ein im Gehäuse (118a, 118b) des Druckbegrenzungsventils (114) eingespannte Membran (116) ist, die mit ihrer zweiten Seite (124) eine mit dem stromaufwärts des Drucksteuerventils (114) liegenden Teil der Entlastungsleitung (111a) verbundenen Zulaufkammer (125) begrenzt und das Ventilglied (129) mit der zweiten Seite (124) der Membran (116) verbunden ist und in die Zulaufkammer (125) ragend mit einem an einem dort einmündenden Ablauftkanal (127) vorgesehenen Ventilsitz (128) zusammenwirkt.

12. Meßeinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilglied (129) einen mit einem Führungsschaft (43) versehenen Ventilkopf (41) aufweist, wobei der Führungsschaft (43) an-

schließend an den Ventilkopf eine Ringnut aufweist, die anderen Endes von einem Führungskolben (44) des Führungsschafthes (43) begrenzt wird und mit dem Ablaufkanal einen Ringraum (45) bildet, der ständig mit einem von der Innenwand des Ablaufkanals abführenden Teil der Entlastungsleitung (111b) verbunden ist und der Ventilkopf (41) mit einem Verbindungsteil (42) mit der Membran (116) gekoppelt ist und mit seiner Dichtfläche den Ablaufkanal steuert.

5

10

13. Meßeinrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die von dem Ventilkopf (41) abgewandte Rückseite (133) des Führungsschafthes (43) ebenfalls vom Druck in dem Entlastungsleitungsteil (111a) stromaufwärts des Druckbegrenzungsventils ausgesetzt ist.

15

14. Meßeinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßkolben (105) ein topfförmig ausgebildeter, mit einer dünnen Umfangswand (48) versehener Kolben ist, dessen nach außen weisender Boden als Stirnseite die Meßkammer (103) begrenzt und mit dessen innerem Topfboden der Weggeber (8) kraftschlüssig gekoppelt ist und vom Fluiddruck beaufschlagt ist.

20

15. Meßeinrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß sich in der Wand des Zylinders (104), in dem der Meßkolben (105) geführt ist, eine Ringnut (47) angeordnet ist, die zusammen mit dem Meßkolben (105) einen Ringraum bildet, der ständig mit dem stromabwärts des elektrisch gesteuerten Ventils (12) liegenden Entlastungsleitungsteil (211a) verbunden ist.

25

16. Meßeinrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringraum (47) in dem Entlastungsleitungsteil (211a) zwischen elektrisch gesteuertem Ventil (112) und Druckbegrenzungsventil (14, 114) liegt.

30

35

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

40

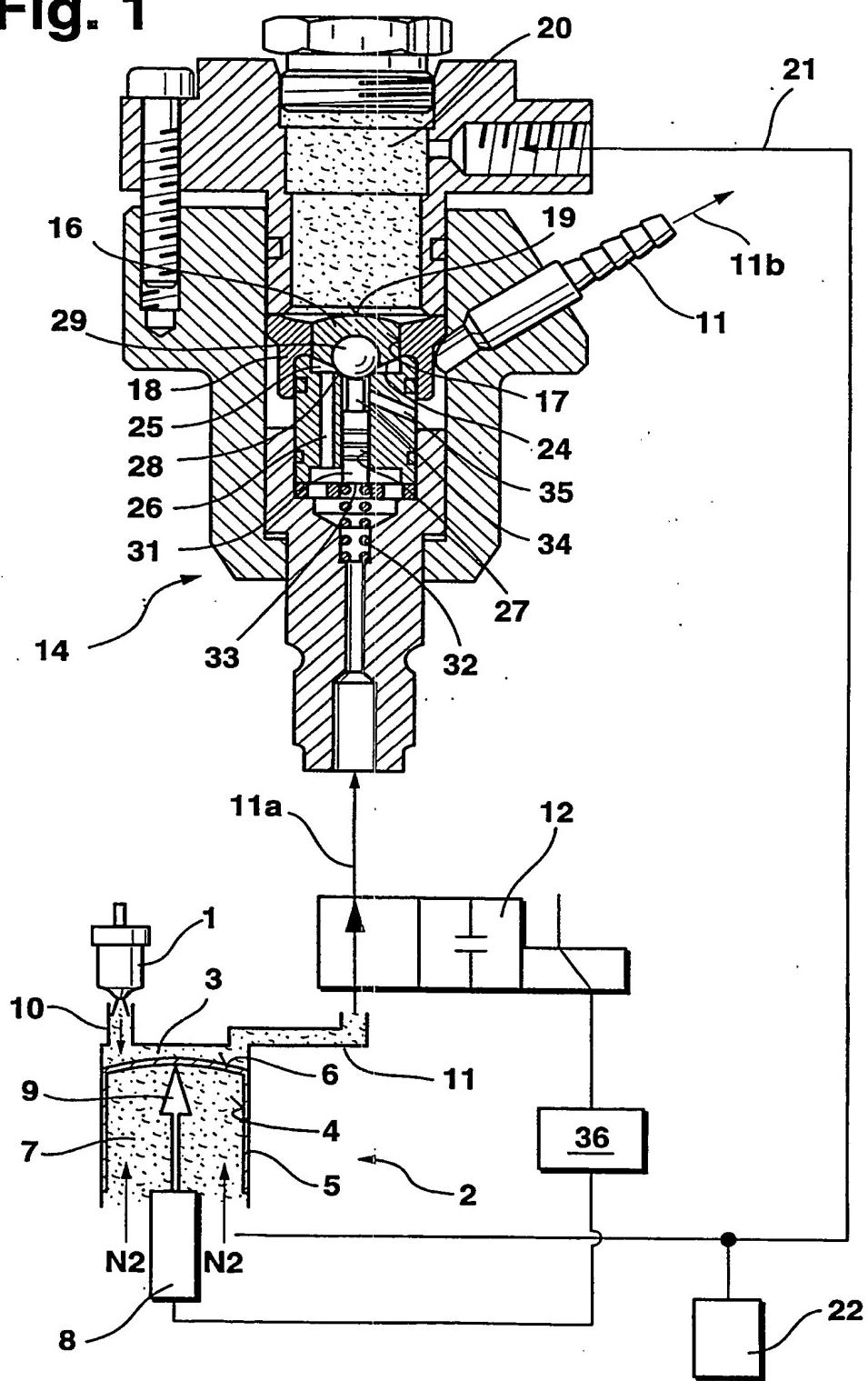
45

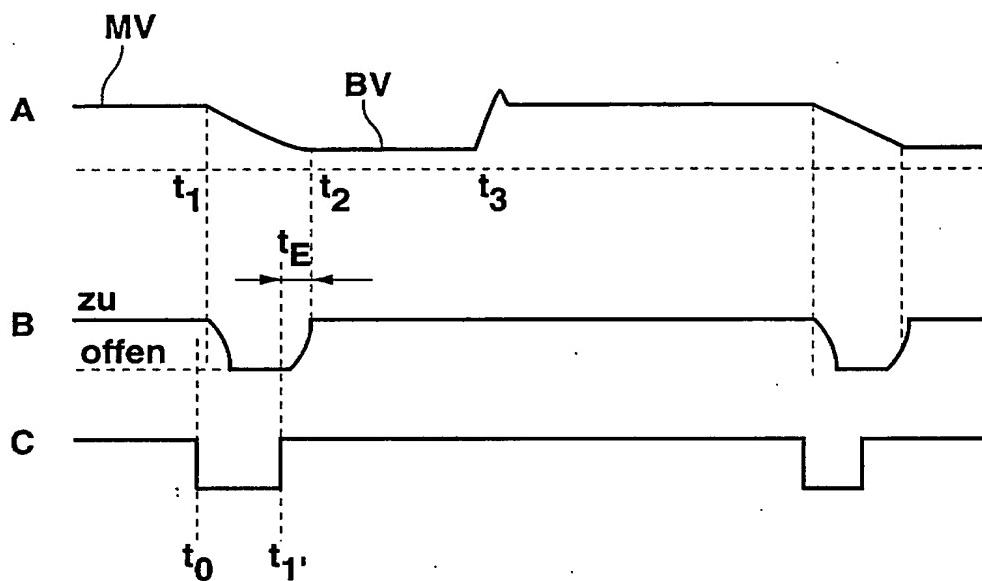
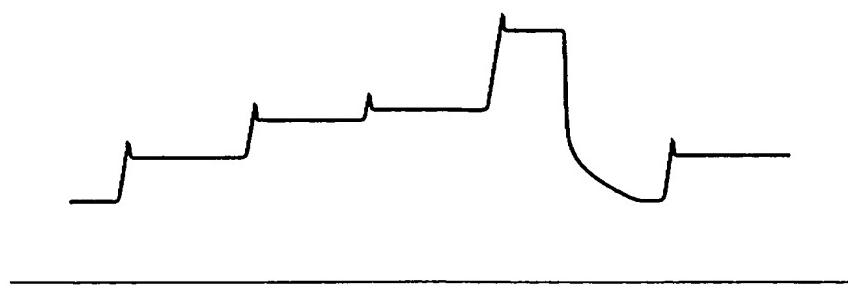
50

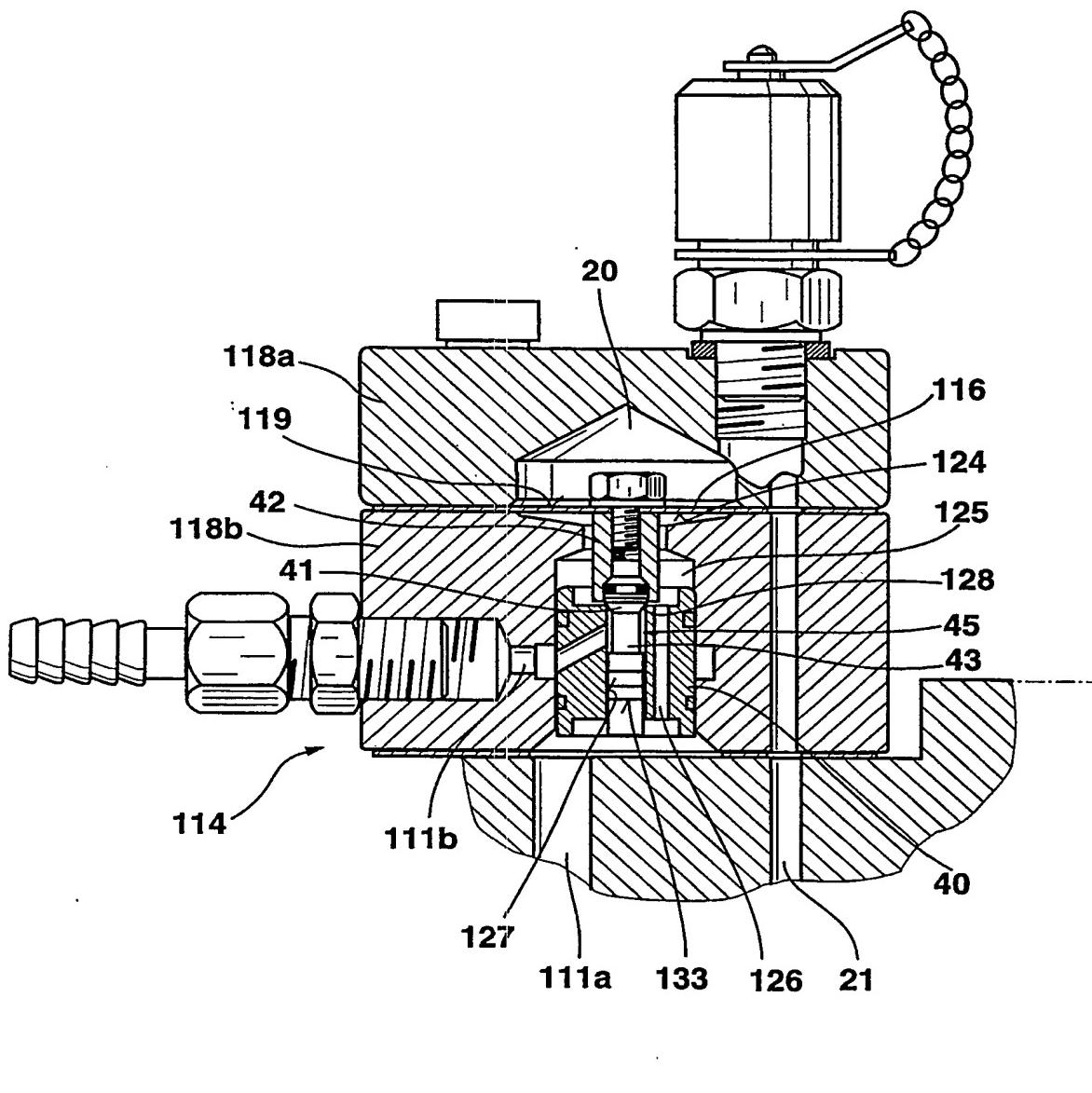
55

60

65

**Fig. 1**

**Fig. 2****Fig. 3**

**Fig. 4**

**Fig. 5**